Aus der Chirurgischen Klinik B der
Universität Düsseldorf

Direktor: Professor Dr. med. W. Bircks

FRÜHERGEBNISSE DER KORONAREN REVASKULARISATION

(Untersuchungen anhand des im Jahre 1980
in Düsseldorf operierten Krankengutes)

DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Medizin
Der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

Volker Scholz
1984
Dortmund

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Aus der Chirurgischen Klinik B der
Universität Düsseldorf

Direktor: Professor Dr. med. W. Bircks

FRÜHERGEBNISSE DER KORONAREN REVASKULARISATION

(Untersuchungen anhand des im Jahre 1980 in Düsseldorf
operierten Krankengutes)

DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
Der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von: Volker Scholz
1984

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der UNIVERSITÄT DÜSSELDORF

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

gez.: Professor Dr. Hopf

I. Berichterstatter
gez.: Professor Dr. Körfe

II. Berichterstattet
gez.: Privatdozent
Dr. Jehle

Meinen Eltern

INHALTSVERZEICHNIS

I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG S. 1

II. METHODIK S. 4

III. KRANKENGUT S. 6

IV. ERGEBNISSE S. 10

IV.1. Einfluß der Risikofaktoren auf die KHK S. 10

IV.2. Einflüsse auf das Operationsrisiko S. 15

IV.3. Nachuntersuchungsergebnisse S. 19

IV.3.a) Gesamtpopulation S. 19

IV.3.b) Patienten mit ausschließlicher Revaskularisations-Operation S. 25

IV.3.c) Patienten mit kombinierter Operation S. 27

IV.3.d) Einfluß der praeoperativen linksventrikulären Funktion auf das Operationsergebnis S. 29

IV.3.e) Einfluß der Zahl durchgängiger Venenumgehungen auf die Nachuntersuchungsergebnisse S. 30

IV.e.f) Einfluß des Operationsergebnisses auf die soziale Stellung des Patienten S. 33

V. DISKUSSION S. 34

VI. ZUSAMMENFASSUNG S. 49

VII. LITERATURVERZEICHNIS S. 52

1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

An der Zahl der Todesfälle aufgrund kardiovaskulärer Erkrankungen hat die koronare Herzkrankheit (KHK) einen Anteil von über 30 % (1). Die Tatsache, daß die ischämischen Herzerkrankungen in der Bundesrepublik Deutschland schon 1975 erstmals zahlenmäßig die bösartigen Neubildungen übertrafen, ist hauptsächlich durch die Zunahme der KHK bedingt (2).
Während aber in den USA eine rückläufige Tendenz der Letalität an KHK zu verzeichnen ist, kann man in der Bundesrepublik Deutschland diese Entwicklung noch nicht beobachten, obwohl die therapeutischen Ansätze in beiden Ländern ähnlich sind: Prophylaxe durch eine Lebensführung, die die für die Entstehung der KHK akzeptierten Risikofaktoren ausschaltet oder wenigstens verringert, rechtzeitiges Erkennen therapiebedürftiger Patienten, medikamentöse und chirurgische Therapie sowie Sekundärprophylaxe in Form von Rehabilitation.

Die ischämischen Herzerkrankungen sind durch eine gegenüber dem Bedarf des Myokards verminderte Sauerstoffzufuhr gekennzeichnet, die die Folge von drei verschiedenen Ursachen sein kann (3) :

- Mechanisch bedingte Erschwerung des Blutflusses (Stenosen),

- Verminderter Sauerstoffgehalt des Blutes (Anämie, CO-Vergiftung) ,
- Krankhafte Übersteigerung des Sauerstoffbedarfs (Herzhypertrophie) .

Entsprechend sind die Ziele der Therapie (2) :

- Verminderung des Sauerstoffverbrauchs (Bewegungstherapie, medikamentöse Therapie, Ausschaltung psychovegetativer Einflüsse) und
- Verbesserung des Sauerstoffangebots (Anregung der Kollateralbildung, Ausschaltung von Ursachen, die eine sekundäre Koronarinsuffizienz bedingen, kardiochirurgische Maßnahmen).

Die Koronare Herzerkrankung kann sich klinisch äußern als (4) :

- Angina pectoris als Symptom einer passageren akuten Koronarinsuffizienz ohne Nekrose,
- Herzinfarkt infolge länger bestehender akuter Koronarinsuffizienz mit Myokardnekrose,
- Plötzlicher Herztod als Erstmanifestationsform der KHK, bei der in der Regel postmortal eine fortgeschrittene Mehrgefäßerkrankung gefunden wird.

Die chirurgische Therapie der koronaren Herzerkrankung ist vielfältig und besteht

- in der Überbrückung von Verengungen der Koronararterien durch sogenannte Bypassoperation mit dem Ziel der verbesserten Sauerstoffversorgung des Myokards sowie

- in der Verbesserung der Pumpfunktion des Herzens durch Beseitigung von Infarktfolgen (Aneurysmektomie).

Bei der Revaskularisation handelt es sich um eine rein palliative Maßnahme, denn die eigentliche Ursache der Erkrankung, nämlich die zur Alteration des koronaren Gefäßbettes führenden Prozesse, kann durch die Operation nicht beseitigt werden (5).
Neben der Vinebergschen Operation (indirekte Revaskularisation) wurde 1967 von Favaloro die direkte Revaskularisation eingeführt, bei der man mittels einer dem Patienten entnommenen Venen die Stenose der Koronararterie überbrückt und so einen verbesserten Blutfluß zum gefährdeten Myokardbezirk erreicht (6). Dieses Operationsverfahren wird zunehmend häufiger durchgeführt und hat sich gegenüber der indirekten Revaskularisation durchgesetzt.

II. METHODIK

Die vorliegende Arbeit soll Auskunft geben über den Einfluß von Risikofaktoren, hämodynamischen Parametern und Koronaranatomie auf die Frühergebnisse der koronaren Revaskularisation der Patienten, die sich im Jahre 1980 in der Universitätsklinik Düsseldorf einer Aortokoronaren Bypass-Operation unterzogen haben.
Des weiteren soll anhand bestimmter Parameter abgeklärt werden, in wieweit durch die Operation eine subjektive wie objektive Besserung erreicht worden ist.
Der Aufgabenstellung zugrunde gelegt wurden die Aufzeichnungen aus den Krankenblättern von 241 Patienten, die 1980 in Düsseldorf wegen KHK operiert wurden (siehe Tabelle 1).
Die Ziele der Aortokoronaren Bypass-Operation werden in der Literatur einhellig angegeben mit (Schlosser, 39, Cohn und Collins, 40):

- Linderung der Angina pectoris,
- Steigerung der Leistungsfähigkeit
- Besserung der Funktion des linken Ventrikels,
- Beseitigung der Myokardischämie,
- Erhöhung der Lebensqualität und
- Lebensverlängerung.

Zur Beurteilung des Funktionszustandes des Herzmuskels und Abschätzung der Leistungsfähigkeit der Patienten werden vor und nach der Operation hauptsächlich folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Belastungs-EKG,
- Einschwemmkatheter-Untersuchung,
- Messung des linksventrikulären enddiastolischen Druckes in Ruhe (LVEDP),
- Messung der Ejektionsfraktion (EF),
- Bestimmung des Cardiac Index (CI) und

- Koronarangiogramm.

Die aus diesen Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse werden prae- und postoperativ verglichen.

Die vorliegende Arbeit besteht aus drei Teilen. Der erste Teil beschäftigt sich mit den Ergebnissen der Angaben aus der einfachen klinischen Untersuchung (Anamnese, EKG, Labordaten), im zweiten wird auf die Einflüsse eingegangen, die die Operation selbst betreffen. Diese beiden Teile stützen sich auf Daten von 241 Patienten (91.6 % aller in Düsseldorf im Jahre 1980 an KHK Operierten). Der dritte Abschnitt enthält die Nachuntersuchungsergebnisse von 162 Patienten (67.2 % der in den ersten beiden Teilen Berücksichtigten) und vergleicht prae- und postoperative Ergebnisse; dabei wird zusätzlich darauf eingegangen, ob bezüglich des ergometrisch und mittels Messungen von Druck- und Volumenparametern der Herzfunktion festgestellten Operationsergebnisses Unterschiede auffallen, wenn die Patienten in verschiedene Gruppen eingeteilt werden.

Zum Schluß werden der Einfluß der absoluten Zahl offener Revaskularisationen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung auf die zur Beurteilung des Operationserfolges herangezogenen Bestimmungen verdeutlicht und die Quote der Patienten, die wieder an ihren Arbeitsplatz zurückkehren konnten, dargestellt.

III. KRANKENGUT

Einen zusammenfassenden Überblick über das untersuchte Patientengut bietet Tabelle 1. Aus den vorhandenen Kranken-Unterlagen sind gewöhnlich nicht immer vollständige Angaben zu erhalten. Um die Tabelle übersichtlicher zu gestalten, werden die Absolutzahlen aus der Menge der gesicherten Angaben gleich 100 % gesetzt und die einzelnen Häufigkeiten aus dieser Summe berechnet. Die Tabelle 1 gibt Auskunft über die wichtigsten anamnestisch erfaßten sowie klinischen und sozialen Daten unserer Patienten.

Tabelle 1 : Krankengut

Allgemeine Daten		
	Gesamtzahl	241
	Männliche Patienten	210 (87.1 %)
	Weibliche Patienten	31 (12.9 %)
	Altersdurchschnitt aller Patienten	54.5 J
	Altersdurchschnitt der männlichen Patienten	54.2 J
	Altersdurchschnitt der weiblichen Patienten	56.7 J
	Gesamtzahl nachuntersuchter Patienten	162 (67.2 %)
	Nachuntersuchte Patienten (ausschließliche Revaskularisation)	128 (69.6 %)
	Nachuntersuchte Patienten mit zusätzlichen kardiochirurgischen Maßnahmen	34 (59.7 %)
Anamnese		
	Dauer der Erkrankung: bis 6 Wochen	36 (15.1 %)
	über 6 Wochen, bis 2 Jahre	69 (29.0 %)

	über 2 Jahre	133 (55.9 %)
	Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen in der Familienanamnese	96 (47.3 %)
	Zigarettenraucher	148 (65.5 %)
	Funktionsklassen nach N.Y.H.A	
	I	3 (1.3 %)
	II	51 (22.1 %)
	III	138 (59.7 %)
	IV	39 (16.9 %)
Klinische Daten		
	Elektrokardiografisch gesicherter Herzinfarkt	86 (37.7 %)
	Patienten mit Arterieller Hypertonie	87 (36.6 %)
	Patienten mit Hypercholesterinamie	83 (42.4 %)
	Patienten mit Hypertriglyceridämie	61 (32.6 %)
	Patienten mit Diabetes mellitus	52 (21.7 %)
	Patienten mit Adipositas	131 (55.5 %)
	Patienten mit Hyperurikämie	42 (17.7 %)
	Patienten mit Eingefäßerkrankung	38 (15.8 %)
	Patienten mit Zweigefäßerkrankung	79 (32.8 %)
	Patienten mit Dreigefäßerkrankung	124 (51.4 %)
	Patienten mit zusätzlichen kardiochirurgischen Maßnahmen	57 (23.7 %)
Soziale Daten		
	Berufstätige der unter 60jährigen Patienten	116 (82.3 %)
	Quote der Berufstätigen unter Arbeitern und Angestellten	98 (80.3 %)
	Quote der Berufstätigen unter Selbständigen	18 (94.7 %)

Von den 241 Patienten waren 210 männlich und 31 weiblich. Das Durchschnittsalter der Männer lag bei 54.2 Jahren, das der Frauen bei 56.7 Jahren; es resultiert ein Altersdurchschnitt aller Patienten von 54.5 Jahren.

Nachuntersuchungsbefunde lagen von 162 Patienten vor. Sie wurden unterteilt in Daten von ausschließlich Revaskularisierten (128 von 184 oder 69.6 %) und solche von Patienten mit zusätzlichen kardiochirurgischen Maßnahmen (34 von 57 oder 59.7 %).

Die KHK trat bei 36 (15.2) der Patienten bis zu 6

Wochen vor der Operation auf, bei 69 (29 %) dauerte die Erkrankung bis zu 2 Jahren, und 133 (55.9 %) litten über 2 Jahre an der KHK. Bei 96 (47.3 %) der Patienten fanden sich kardiovaskuläre Erkrankungen in der Familienanamnese. Zigarettenraucher waren 148 (65.5 %). In die N.Y.H.A.-Funktionsklassen III bzw. IV wurden zum Zeitpunkt der Klinikaufnahme 138 (59.7 %) bzw. 39 (16.9 %) der Patienten eingeteilt. Residuen erlittener Herzinfarkte im EKG wurden bei 86 (37.7 %) der Patienten festgestellt. Arterielle Hypertonie wiesen 87 Patienten auf (36.6 %). Eine Hypercholesterinämie fand sich bei 83 (42.4 %), Hypertriglyceridämie bei 61 (32.6 %) und Hyperurikämie bei 42 (17.7 %). Diabetiker waren 52 Patienten (21.7 %). Der Anteil der Übergewichtigen lag bei 131 (55.5 %).

Die Zahl der operationswürdigen Koronargefäße teilt sich wie folgt auf: Eingefäßerkrankungen hatten 38 (15.8 %), Zweigefäßerkrankungen 79 (32.8 %) und an allen drei Koronararterien wurden 124 (51.4 %) der Patienten operiert. Zusätzliche kardiochirurgische Maßnahmen wurden bei 57 Patienten (23.7 %) durchgeführt.
Von diesen 57 Patienten waren 12 Frauen, somit betrug die Rate notwendiger zusätzlicher Maßnahmen bei ihnen 38.7 % (12 von 31), bei den männlichen Patienten hingegen nur 21.4 %.
Von den unter 60-jährigen waren vor der Operation noch über 80 % berufstätig, bei Selbständigen betrug die Rate der Patienten, die noch im Beruf standen, 95 %.
Aus der Tabelle 2 geht hervor, daß es sich bei dem betrachteten Patientengut um eine Population handelt, die in ihrer Verteilung der Risikofaktoren den Ergebnissen anderer Zentren sehr ähnelt.

Tabelle 2 : Risikofaktoren von KHK-Patienten nach Angaben verschiedener Zentren

	Durchschnitts-alter	Anteil männl. Patienten	Anteil weibl. Patienten	Hypertonie	Diab.mell.	Infarkt	Hyperlipid-ämie	Raucher	NYHA II	III	IV
Oldham (13)	50 J	86 %	14 %	34 %	15 %	56 %					
Mathur (14)				54 %	34 %	84 %	39 %	89 %			
Hall (15)	53 J	88 %	12 %	34 %	12 %	70 %			15 %	63 %	19 %
Hacker (16)	50.9 J	93.1 %	6.9 %	18.3 %	35.2%	60.4 %			17.7%	58 %	23.3%
Heining (17)		93 %	7 %	27 %	35.7%	63 %			14.1%	60 %	24.8 %
Jones (18)	54.6 J	83.3 %	16.7%	36.1 %		55 %					
Univ. Düsseldorf	54.5 J	87.1 %	12.9%	36.6 %	21.7%	37.7 %	42.4 %	65.6 %	22.1%	59.7%	16.9 %

IV. ERGEBNISSE

IV.1. Einfluß der Risikofaktoren auf die KHK

Das koronarchirurgische Patientengut besteht zu über 80 % aus Männern. Im Durchschnitt haben die Patienten das 55. Lebensjahr erreicht, und ihre Erkrankung besteht schon über zwei Jahre. Eine familiäre Belastung bezüglich kardiovaskulärer Erkrankungen weisen 47 % auf. In ihrer Leistungsfähigkeit sind 75 % so stark eingeschränkt, daß sie entweder nur noch zu geringer körperlicher Belastung fähig sind oder sogar schon in Ruhe über Angina-pectoris-Beschwerden klagen; elektrokardiografische Zeichen erlittener Infarkte fanden sich bei fast 40 % der Patienten.
Die Risikofaktoren, die bei den KHK-Patienten vorzufinden sind, steigen von der Hyperurikämie mit knapp 18 % über die Arterielle Hypertonie (37 %), die Hypercholesterinämie (42 %) und die Adipositas (56 %) bis zum Nikotinabusus mit 66 % in ihrer Häufigkeit.
Wie sich das Vorhandensein bestimmter Merkmale und einzelner Risikofaktoren auf das Ausmaß der Erkrankung (gemessen an der Zahl betroffener Koronararterien) auswirkt, zeigt Tabelle 3.

Es wird das Auftreten dieser Merkmale und Risikofaktoren in ihrer Verteilung auf die Zahl operationswürdiger Koronararterien dargestellt. Als Vergleichszahl dient die allgemeine Häufigkeit der Patienten mit Ein-, Zwei- und Dreigefäßerkrankung.

Tabelle 3 : Verteilung der Merkmale auf die Zahl betroffener Koronararterien

	1	2	3
Allgemeine Häufigkeit	15,8 %	32,8 %	51,4 %
Männliche Patienten	32 (15.2 %)	66 (31.4 %)	112 (53.4 %)
Weibliche Patienten	6 (19.4 %)	13 (41.9 %)	12 (38.7 %)
N.Y.H.A.-Funktionsklasse I	1 (33.3 %)	0	2 (66.6 %)
II	6 (11.8 %)	22 (43.1 %)	23 (45.1 %)
III	21 (15.2 %)	39 (28.3 %)	78 (56.5 %)
IV	9 (23.1 %)	10 (25.6 %)	20 (51.3 %)
Hypertonie	8 (9.2 %)	31 (35.6 %)	48 (55.2 %)
Hypercholesterinämie	9 (10.8 %)	30 (36.2 %)	44 (53.0 %)
Hypertriglyceridämie	7 (11.5 %)	20 (32.8 %)	34 (55.7 %)
Nikotinabusus	28 (18.9 %)	47 (31.8 %)	73 (49.3 %)
Diabetes mellitus	5 (9.6 %)	15 (28.9 %)	32 (61.5 %)
Adipositas	18 (13.7 %)	46 (35.1 %)	67 (51.2 %)
Hyperurikämie	7 (16.7 %)	9 (21.4 %)	26 (61.9 %)
Dauer der Erkrankung			
bis 6 Wochen	11 (30.6 %)	13 (36.1 %)	12 (33.3 %)
über 6 Wo., unter 2 Jahre	7 (10.2 %)	23 (33.3 %)	39 (56.5 %)
über 2 Jahre	20 (15.0 %)	43 (32.3 %)	70 (52.7 %)
"Infarkt - EKG"	9 (10.5 %)	18 (20.9 %)	59 (68.6 %)

Untersucht man die Angaben aus Anamnese, EKG und Labordaten unserer Patienten unter dem Gesichtspunkt, wieviele Koronararterien jeweils befallen waren, so ergibt sich für die meisten Parameter, daß die Patienten diesbezüglich und nach den Gefäßkrankheiten eine repräsentative Auswahl darstellen; die Verteilung der Risikofaktoren entspricht, auch nach Zahl befallener Gefäße, der des Gesamtkollektivs.
Ausnahmen fallen nur auf bei den Punkten "Dauer der Erkrankung", "Alter der Patienten" und "elektrokardiografisch verifizierte Infarktanamnese".

Unter den Patienten, deren Krankheitsdauer bis zu sechs Wochen währten, befanden sich Ein-, Zwei- und Dreigefäßerkrankungsfälle in gleicher Häufigkeit. Bei einer schon über zwei Jahre bestehenden KHK findet sich eine Verteilung, wie sie dem Durchschnitt entspricht.

Einen Herzinfarkt hatten insgesamt knapp 40 % aller Patienten. Von ihnen aber wiesen über 68 % eine Dreigefäßerkrankung auf.

Wenn man die Patienten nach ihrem Alter in Gruppen einteilt (siehe Tabelle 4), erkennt man das zahlenmäßige Überwiegen der jüngeren Patienten bei den Ein- und der älteren Patienten bei den Mehrgefäßerkrankungen. So wiesen zum Beispiel bei den unter Vierzigjährigen 5 von 12 Patienten (41.7 %) Eingefäßerkrankungen auf, und bei den über Fünfzigjährigen hatten 157 von 175 (89.7 %) mindestens zwei operationswürdige Koronararterien.

Tabelle 4: Alter der Patienten und Verteilung auf die Zahl betroffener Gefäße

Altersgruppe	Zahl betroffener Gefäße			Summe
	1	2	3	
bis 30 J	1	0	0	1 (0.4 %)
31 bis 39 J	4	2	5	11 (4.6 %)
40 bis 49 J	15	16	23	54 (22.4 %)
50 bis 59 J	13	47	73	133 (55.2 %)
60 bis 79 J	4	13	23	40 (16.6 %)
über 70 J	1	1	0	2 (0.8 %)
	38 (15.8 %)	79 (32.8 %)	124 (51.4 %)	241 (100 %)

IV.2. Einflüsse auf das Operationsrisiko

Von den 241 Patienten, die sich einer Aortokoronaren Bypass-Operation unterzogen, waren nach Anzahl betroffener Koronararterien:

Patienten mit Eingefäßerkrankung : 38 (15.8 %)
Patienten mit Zweigefäßerkrankung : 79 (32.8 %)
Patienten mit Dreigefäßerkrankung : 124 (51.4 %)

Die Zahl vorgenommener Revaskularisationen verhält sich wie folgt: Die Patienten mit Eingefäßerkrankung erhielten im Durchschnitt 1,2 Venenumgehungen, diejenigen mit Zwei- bzw. Dreigefäßerkrankung 2.2 bzw. 3.4 autologe Transplantate. Daraus resultiert eine durchschnittliche Revaskularisationsrate von 2,7 ACB pro Patient. Verschlüsse des Ramus interventricularis anterior (RIVA) wurden 305 mal, des Ramus circumflexus der linken Kranzarterie 166 mal und der Arteria coronaria dextra 167 mal versorgt.
Im Verlaufe dieser Operationen wurden bei 57 Patienten (23.7 %) zusätzliche kardiochirurgische Maßnahmen durchgeführt, welche sich wie folgt aufschlüsseln lassen:

-Zusätzlich Klappenersatz		23 (40.3 %)
Mitralklappenersatz	14	
Aortenklappenersatz	7	
Mitral- und Aortenklappenersatz	2	
-Aneurysmaresektion		12 (21.1 %)
-Endarterektomie		11 (19.3 %)
-Endarterektomie und Aneurysmaresektion		4 (7.0 %)
-Endarterektomie und Mitral- sowie Aortenklappenersatz		2 (3.5 %)
-Sonstige (Je 1 Patient mit Kommissurotomie wegen Pulmonalklappenstenose, Myotomie wegen		5 (8.8 %)

HOCM, Myotomie mit Thrombektomie,
Myotomie mit Aortenklappenersatz,
Narbenresektion)

Insgesamt 20 Patienten (8.3 %) wurden notfallmäßig operiert. Bei 11 von ihnen lag die Durchführung des Koronarangiogrammes bis zu 8 Tage zurück. Von diesen Patienten starb innerhalb der postoperativen 30-Tage-Frist kein einziger. Bezüglich der Anzahl betroffener Koronararterien sind diese Patienten wie die Gesamtpopulation (15 % Eingefäß-, 30 % Zweigefäß- und 55 % Dreigefäßerkrankte) verteilt.
Im Zeitraum bis zu dreißig Tagen nach der Operation verstarben insgesamt 6 Patienten von 241, das entspricht einer Frühmortalität aller Fälle von 2,5 %; nach Geschlecht aufgeschlüsselt lag sie bei den Frauen mit 3.2 % etwas höher als bei den Männern (2.3 %).
Mit drei Todesfällen unter 184 Patienten, die sich einer ausschließlich ACB-Operation unterzogen, betrug die Frühletalität 1.6 % (Männer 1.2 %, Frauen 5.3 %).
Eine kombinierte Operation ist bei ebenfalls drei Todesfällen (bezogen auf 57 Patienten) mit einer Frühsterblichkeit von 5,3 % gekennzeichnet; diese drei Patienten waren ausschließlich männlichen Geschlechts, so daß sich, bezogen auf drei von 45 männlichen Patienten eine Mortalität von 6.7 % ergibt.
Nach der Operation mußte bei insgesamt neun Patienten eine Wundrevision oder eine Rethorakotomie vorgenommen werden (3.7 %). Auch hier lag die Häufigkeit des Zweiteingriffs für die "reinen" ACB-Patienten mit 3.3 % (6 von 184) niedriger als für die Gruppe mit kombinierten Operationen (5.3 %).
Ursachen dieser Rethorakotomien waren:

- Nachblutungen 5
- Notwendige Xiphoidresektion 1
- Entfernung eines Sternumdrahtes 1
- Wundheilungsstörung 1
- Einklemmung der Drainage 1

Die Frühmortalität unter den Patienten, die nur mit Venenumgehungen versorgt wurden, betraf je einen Patienten mit Ein-, Zwei- und Dreigefäßerkrankung. Berechnet auf die Gesamtzahl der entsprechenden Operationen besteht eine Frühletalität für Klappenprothesen von 3.7 % (1 von 27), für Aneurysmaresektionen von 5.6 % (1 von 18) und für Endarterektomien von 5.9 % (1 von 17).
In Tabelle 5 sind die wichtigsten Daten derjenigen Patienten zusammengefaßt, die innerhalb der ersten dreißig postoperativen Tage verstarben.

Tabelle 5: Übersicht der innerhalb der ersten dreißig postoperativen Tage verstorbenen Patienten

	Patienten mit ACB-Operation			Patienten mit komb. Operation		
Identitäts-Nr.	15	49	227	71	98	188
Geschlecht	M	W	M	M	M	M
Alter	53 J.	59 J.	46 J.	55 J.	57 J.	66 J.
Dauer der Erkrankung	bis 6 Wo.	über 2 J.	bis 6 Wo.	über 2 J.	über 2 J.	über 2 J.
N.Y.H.A.-Klasse	III	III	III	III	III	III
"Infarkt-EKG"	nein	nein	nein	nein	ja	nein
Nikotinabusus	ja	ja	nein	nein	ja	nein
Hypertonie	ja	ja	nein	ja	nein	nein
Hypercholesterinämie	nein				nein	nein
Ergometrie		50 W	60 W		25 W	
Zahl der Gefäße	3	2	1	3	3	3
Art der Operation	ACB	ACB	ACB	ACB + Mitralklappenprothese	ACB + Aneurysmaresektion	ACB + Endarterektomie
Zahl der ACB	4	4	1	3	4	3
Exitus-Tag postop.	1	i.Op.	3	22	i.Op.	i.Op.
Todesursache	Herzversagen	Herzversagen	RIVA-Thrombose	Herzversagen	RCA-Thrombose	Infarkt

Zunächst fällt auf, daß bei 2 der 3 Patienten, die ausschließlich mit ACB versorgt wurden, die Erkrankung relativ akut auftrat.
Insgesamt wurde kein Patient vor der Operation der N.Y.H.A.-Klasse I oder II zugeordnet, und das durchschnittliche Leistungsniveau, basierend auf drei Meßwerten, liegt bei 45 Watt. Die Patienten bekamen im Durchschnitt 3,2 Venenumgehungen. Nur bei einem Patienten bestanden EKG-Residuen eines alten Herzinfarktes. Als Todesursache wurden ausschließlich kardiale Gründe angegeben.

IV.3. Nachuntersuchungsergebnisse

IV.3.a) Gesamtpopulation

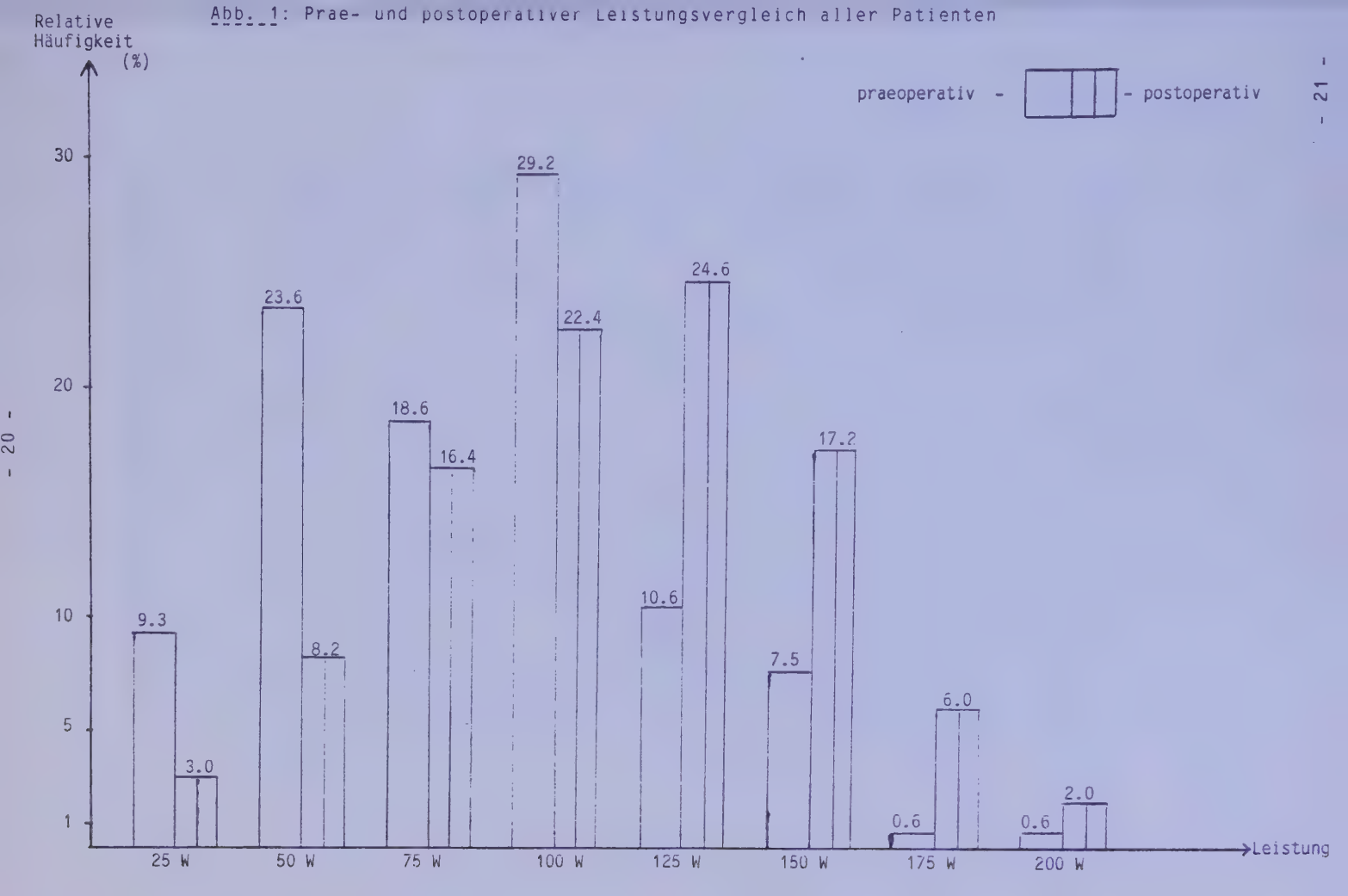
Insgesamt liegen von 162 (67.2 %) der anfangs betrachteten 241 operierten Patienten Nachuntersuchungsbefunde vor. Das Ausmaß der durchgeführten Untersuchungen schwankt allerdings erheblich. Der Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag im Mittel knapp 8 Monate (7.75) nach der Operation.
Vor der Operation wurden beim Belastungsversuch im Durchschnitt knapp 84 W erreicht, während bei der Nachuntersuchung eine Leistung von über 110 W erbracht wurde.
Von allen nachuntersuchten Patienten gaben 144 (95.4 %) "subjektive Besserung" an, 7 verneinten (4.6 %).
In Tabelle 6 sind die wesentlichen Angaben über die Patienten zusammengefaßt, die sich in ihrem Befinden nicht gebessert fühlten. Das Durchschnittsalter entspricht in etwa dem des Gesamtkollektivs. Bei den praeoperativen Untersuchungen fällt ein mit 110 W hohes Leistungsvermögen auf (nur ACB-Patienten sogar 118,8 W), was sich auch in der N.Y.H.A.-Klassifizierung (über die Hälfte dieser Patienten gehören der Klasse II an) ausdrückt. Bei der Nachuntersuchung erreichen die Patienten durchschnittlich 93.3 W (nur ACB: 97.0 W); auch unter Berücksichtigung der Angina-pectoris-Häufigkeit war nur bei einem dieser Patienten eine Verbesserung der Ergometrie-Belastbarkeit bemerkbar. Die Durchgängigkeitsrate ihrer Venenumgehungen lag bei 53.8 % und damit deutlich unter der des Gesamtkollektivs (77.4 %).

Tabelle 6: Übersicht über die Patienten ohne postoperative subjektive Besserung

Identitäts-Nr.	4	18	90	110	119	128	162
Geschlecht	M	M	M	M	M	M	M
Alter	60 J.	58 J.	51 J.	45 J.	65 J.	54 J.	48 J.
N.Y.H.A.-Klasse	II	III	III	II	II	II	II
Ergometrie präop.	75 W	125 W	80 W	120 W		150 W	
Dabei Angina pect.	ja	ja	ja	ja		nein	
Zahl der Gefäße	2	3	3	2	2	1	3
Art der Operation	Endarterektomie	ACB	ACB	ACB	Mitralklappenprothese	ACB	ACB
Postop. Infarkt	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Ergometrie postop.	75 W	150 W	60 W	125 W		125 W	25 W
Dabei Angina pect.	ja	nein	ja	ja		nein	nein
Zahl der ACB	3	5	3	2	2	2	3
Zahl offener ACB	1		1		1	2	2

Die von allen Patienten in der präe- und postoperativen Belastungsuntersuchung erreichten Leistungen werden aus der Abbildung 1 deutlich:

Abb. 1: Prae- und postoperativer Leistungsvergleich aller Patienten



Bei einer praeoperativ durchschnittlich erreichten Leistung von 83,9 W und einem postoperativen Durchschnitt von 110.5 fällt eine Verbesserung von 26.6 W auf. Während vor der Operation 75 von 161 Patienten (46.6 %) ihren Belastungsversuch wegen Angina pectoris abbrachen, waren es in der Nachuntersuchung nur noch 9 % (12 von 134). Bei einem Vergleich der 95 Patienten, von denen beide, prae- und postoperative Ergometriewerte, vorlagen , konnten 77.9 % (74 von 95) ihre Leistung steigern, 30,6 % (29 von 95) sogar um mehr als 45 W.
Selbst von den 21 Patienten, die sich im prae- und postoperativen Vergleich nicht verbessern konnten (Ergometrieleistung in der Nachuntersuchung weniger als in der Voruntersuchung oder ein geringerer Unterschied als 15 W zugunsten des postoperativen Wertes), gaben vor dem Eingriff 11 (52.4 %) als Grund für die Beendigung des Versuchs Angina pectoris an, nachher waren es nur noch 5 (23.8 %).

Die prae- und postoperativen Ergometriewerte der Patienten, deren beide Angaben vorlagen, ergeben sich, geordnet nach Zahl operationswürdiger Koronararterien:

	Praeop.	Postop.	Differenz
Eingefäßerkrankung (13 Pat.)	83.1 W	119.6 W	36.5 W
Zweigefäßerkrankung (31 Pat.)	86.8 W	116.1 W	29.3 W
Dreigefäßerkrankung (51 Pat.)	89.9 W	109.4 W	19.5 W
Gesamtdurchschnitt	88.0 W	113.0 W	25.0 W

Zunächst fällt auf, daß die Patienten mit Dreigefäßerkrankung vor der Operation die höchste Leistungsfähigkeit aufwiesen. Nach dem Eingriff sind die Patienten mit Eingefäßerkrankung am leistungsfähigsten, und auch wegen ihrer praeoperativ am niedrigsten ausfallenden

Belastbarkeit verbessert sich ihr Ergometriewert mit 36.5 W fast doppelt so deutlich wie die 19.5 W der Dreigefäßerkrankten, die mit dieser Differenz als einzige Gruppe unter den 25 W bleiben, um die sich alle vor- und nachuntersuchten Patienten verbessern konnten.
Die 95 Patienten, deren prae- und postoperative Werte verglichen werden, können sich also mit 25 W genauso gut verbessern wie die Gesamtpopulation im Vorher-Nachher-Vergleich (26.6 W), ihre Leistungen liegen aber vor und nach der Operation etwas über denen aller Patienten zusammengenommen.

Bei der Einschwemmkatheter-Untersuchung (gemessen wurde der Mitteldruck in der Pulmonalarterie) verbesserten sich die gemessenen Ruhe-Werte um 2,5 mm Hg, die bei Belastung sogar um 6.2 mm Hg. Die Drucke bei Belastung erreichten nach der Operation fast normale Werte, wie die nachfolgende Gegenüberstellung zeigt:

	vor Belastung	nach Belastung
praeoperative Werte (49 Pat.)	17.4 mm Hg	40.9 mm Hg
postoperative Werte (16 Pat.)	14.9 mm Hg	34.7 mm Hg
Differenz	2.5 mm Hg	6.2 mm Hg

In der nächsten Tabelle (Nr. 7) werden prae- und postoperative Daten verglichen und nach Anzahl der Gefäßkrankheiten geordnet - dadurch wird eine Wiederholung dieser Aufstellungen gespart. Nur vorliegende Angaben werden in die Berechnung der relative Häufigkeiten einbezogen.
Für den LVEDP-Wert werden vor der Operation bei 37.1 % normale Werte gemessen, in der Nachuntersuchung bei 52.9 %. Besonders auffällig ist der Unterschied bei den Patienten mit Dreigefäßerkrankung:
Während vor dem Eingriff immerhin bei 75.5 % (74 von 98 Patienten) dieser Gruppe pathologische Werte fest-

gestellt wurde, war dies nach der Operation nur noch bei jeden Zweiten der Fall. Beim Pulmonalarterienmitteldruck in Ruhe fallen im prae- und postoperativen Vergleich keine großen Unterschiede auf - bei allerdings vor dem Eingriff schon bei 84% aller Patienten bestehenden Normalwerten.
Nach der Operation normalisieren sich die Werte für die Ejektionsfraktion deutlich, bevorzugt verbessern sich die Werte der Patienten mit Dreigefäßerkrankung, und zwar von 46.2 % Normalwerten auf 88.9 % (8 von 9 Patienten). Auch beim Cardiac Index fällt, trotz der geringen Anzahl von Nachuntersuchungsdaten eine erhebliche Verminderung des Anteils pathologischer Werte auf.

Tabelle 7: Prae- und postoperativer Vergleich von Meßdaten (Gesamtpopulation)

		Zahl betroffener Koronararterien			
		1	2	3	Summe
LVEDP	praeop. normal	15	30	24	69 (37.1 %)
	pathologisch	14	33	74	117 (62.9 %)
					186 (100 %)
LVEDP	postop. normal	9	8	10	27 (52.9 %)
	pathologisch	4	10	10	24 (47.1 %)
					51 (100 %)
PAP	praeop. normal	14	43	58	115 (84.5 %)
	pathologisch	7	7	7	21 (15.5 %)
					136 (100 %)
PAP	postop. normal	7	8	15	30 (90.9 %)
	pathologisch	0	2	1	3 (9.1 %)
					33 (100 %)
EF	praep. normal	2	20	18	40 (57.1 %)
	pathologisch	3	6	21	30 (42.9 %)
					70 (100 %)
EF	postop. normal	1	7	8	16 (84.2 %)
	pathologisch	1	1	1	3 (15.8 %)
					19 (100 %)
CI	praeop. normal	0	12	9	21 (51.2 %)
	pathologisch	5	6	9	20 (48.8 %)
					41 (100 %)
CI	postop. normal	2	2	4	8 (80 %)
	pathologisch	1	0	1	2 (20 %)
					10 (100 %)

IV.3.b) Patienten mit ausschließlicher Revaskularisations-Operation

Vor der Operation erreichten die Patienten, bei denen nur eine ACB-Operation durchgeführt wurde und deren prae- und postoperative Untersuchungs-Ergebnisse vorlagen, eine Leistung von 89.6 W, in der Nachuntersuchung 113.4 W. Es resultiert also eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit von 23.8 W.

Die Ruhe-Werte bei der Einschwemmkatheter-Untersuchung verbessern sich um 1.4 mm Hg, die gemessenen Werte nach Belastung um 5.2 mm Hg, wie man aus der folgenden Aufstellung sieht:

	vor Belastung	nach Belastung
praeoperative Werte (7 Pat.)	18.1 mm Hg	40.4 mm Hg
postoperative Werte (7 Pat.)	16.7 mm Hg	35.3 mm Hg
Differenz	1.4 mm Hg	5.1 mm Hg

Auch bei dieser Gruppe der Patienten erkennt man, daß bei Belastung fast normale Werte gemessen werden.

In der Tabelle 8 werden prae- und postoperative Werte gegenübergestellt. Man erkennt deutlich die zu 96 % normalisierten Pulmonalarterienmitteldrucke (bei allerdings einer hohen Zahl praeoperativ fehlender Angaben). Beim LVEDP verbessern sich die Werte von knapp 42 % auf 50 %, eine normale Ejektionsfraktion wurde in 86.7 % der Fälle gemessen, im Vergleich zu einer praeoperativen Zahl von 33.3 %. Für den Cardiac Index wurden vor und nach der Operation zu 80 % normale Werte bestimmt.

Tabelle 8: Prae- und postoperative Meßdaten
(Patienten mit nur ACB-Operation)

		Postoperative Werte		Summe
		normal	pathologisch	
PAP	praeoperativ normal	15	0	15 (57.7 %)
	pathologisch	0	0	0
keine Angabe		10	1	11 (42.3 %)
Summe		25 (96.2 %)	1 (3.8 %)	26 (100 %)
LVEDP	praeoperativ normal	11	4	15 (41.7 %)
	pathologisch	3	10	13 (36.1 %)
keine Angabe		4	4	8 (22.2 %)
Summe		18 (50 %)	18 (50 %)	36 (100 %)
EF	praeoperativ normal	5	0	5 (33.3 %)
	pathologisch	3	0	3 (20.0 %)
keine Angabe		5	2	7 (46.7 %)
Summe		13 (86.7 %)	2 (13.3 %)	15 (100 %)
CI	praeoperativ normal	4	0	4 (80 %)
	pathologisch	0	0	0
keine Angabe		0	1	1 (20 %)
Summe		4 (80 %)	1 (20 %)	5 (100 %)

IV.3.c) Patienten mit kombinierten Operationen

Von den 57 Patienten, bei denen wegen hämodynamisch bedeutsamer Begleiterkrankungen (z.B. Klappenfehler) zusätzliche kardiochirurgische Maßnahmen durchgeführt werden mußten, liegen Nachuntersuchungsbefunde von insgesamt 34 (59.7 %) vor. Auch bei dieser Patientengruppe werden prae- und postoperative Ergebnisse verglichen; es werden folgende Unterteilungen vorgenommen:

c.1. Patienten mit zusätzlicher Mitralklappenprothese (12 Patienten)

c.2. Patienten mit zusätzlicher Aneurysmektomie (8 Patienten)

c.3. Patienten mit zusätzlicher Endarterektomie (12 Patienten)

Zwei der 34 Patienten werden in der Betrachtung nicht berücksichtigt (die bei ihnen durchgeführten zusätzlichen Operationen fallen nicht in die gebildeten Untergruppen). Das unterschiedliche Ausmaß der anläßlich der Nachuntersuchung erhobenen Befunde macht sich bei den zahlenmäßig kleinen Untergruppen deutlich bemerkbar.
Patienten, die neben der Revaskularisations-Operation mit einer Aortenklappenprothese versorgt wurden, müssen aus dem Grund unberücksichtigt bleiben. Aus demselben Grund erscheinen nur die Ergometriewerte der Patienten mit Aneurysmektomie und Endarterektomie.
Bei einem der 34 Patienten wurde neben der Prothese von Aorten- und Mitralklappe noch eine Endarterektomie durchgeführt; zwei andere Patienten unterzogen sich sowohl einer Aneurysmektomie als auch einer Endarterektomie - die aus ihren Nachuntersuchungen vorliegenden Angaben erscheinen bei jeder der gebildeten Untergruppen.

c.1. Patienten mit zusätzlicher Mitralklappenprothese

Von dieser Gruppe liegen mit 12 von 18 Fällen 66.7 % an Nachuntersuchungsbefunden vor. Im Durchschnitt erreichten die Patienten vor der Operation anläßlich ihrer Ergometrie-Untersuchung 58.3 W, nach dem Eingriff 105.8 W. Verglichen werden die Werte von 6 Patienten; außer einem Patienten, der sich im Vergleich von praeoperativ (50 W) zu postoperativ auf 25 W verschlechterte, steigerten alle Patienten dieser Gruppe ihre Leistungsfähigkeit,so daß eine mittlere Differenz von 47.5W resultiert. In der Tabelle 9 werden die anderen Befunde

dieser Gruppe gegenübergestellt.
Für PAP, LVEDP und EF werden bei der Nachuntersuchung ausschließlich Normalwerte festgestellt, der Anteil normaler Werte für CI stieg von 37.5 % auf 50 %.

Tabelle 9: Prae- und postoperativer Vergleich, Patienten mit zusätzlicher Mitralklappenprothese

	praeoperativ		postoperativ	
	normal	pathologisch	normal	pathologisch
PAP	5 41.7 %	7 58.3 %	5 100 %	-
LVEDP	8 80 %	2 20 %	5 100 %	-
EF	2 100 %	-	1 100 %	-
CI	3 37.5 %	5 62.5 %	1 50 %	1 50 %

c.2. Patienten mit zusätzlicher Aneurysmektomie

Bei einer praeoperativen Leistung von durchschnittlich 61.7 W und postoperativ erreichten 110.8 W ergibt sich ein Leistungszuwachs von 49.1 W. Verglichen wurden die Ergebnisse von 6 Patienten.

c.3. Patienten mit Endarterektomie

Während die vor dem Eingriff von 6 Patienten durchschnittliche Leistung 78.3 W betrug, steigerte sich die Wattzahl bei der Nachuntersuchung auf im Mittel 96.0 W. Es konnte also eine Verbesserung um 17.7 W erreicht werden.

IV.3.d) Einfluß der praeoperativen linksventrikulären Funktion auf das Operationsergebnis

Um zu erfahren, ob die Leistungssteigerung in der Nachuntersuchung abhängig von einer praeoperativ eingeschränkten linksventrikulären Funktion ist, werden die prae- und postoperativen Ergometrie-Ergebnisse der Patienten, bei denen ausschließlich Revaskularisationen vorgenommen wurden, in Tabelle 10 gegenübergestellt.
Bei allen Parametern sind in der Nachuntersuchung nur geringe Unterschiede (Schwankungen zwischen 104.6 und 120.6 W) bemerkbar, bei allerdings sehr unterschiedlichen Ausgangswerten.
Die größten Leistungssteigerungen wurden bei Patienten mit praeoperativ pathologischen Werten für die EF (44.6 W) sowie bei Patienten mit elektrokardiografisch nachgewiesenen Infarktresiduen festgestellt (37,2 W). In jedem Falle aber waren die Unterschiede bei Patienten, die in der praeoperativen Untersuchung für die angegebenen Paramter Normalwerte aufwiesen, mit einer Schwankungsbreite von 7.2 W (EF) bis zu 25.2 W (PAP) weniger ausgeprägt.

Tabelle 10: Einfluß der praeoperativen linksventrikulären Funktion auf die Ergometrie-Leistung

	LVEDP pathologisch (41 Pat.)	LVEDP normal (30 Pat.)
Durchschnitt praeop.	86.7 W	99.0 W
postop.	114.4 W	120.0 W
Differenz	27.7 W	21.0 W
	PAP pathologisch (3 Pat.)	PAP normal (54 Pat.)
Durchschnitt praeop.	71.7 W	91.7 W
postop.	106.7 W	116.9 W
Differenz	35.0 W	25.2 W
	EF pathologisch (12 Pat.)	EF normal (23 Pat.)
Durchschnitt praeop.	60.0 W	102.6 W
postop.	104.6 W	109.8 W
Differenz	44.6 W	7.2 W
	Infarkt-Q (25 Pat.)	kein Infarkt-Q (56 Pat.)
Durchschnitt praeop.	83.4 W	92.5 W
postop.	120.6 W	109.7 W
Differenz	37.2 W	17.2 W

IV.3.e) Einfluß der Zahl durchgängiger Venenumgehungen auf die Nachuntersuchungsergebnisse

Bei insgesamt 39.5 % (64 von 162) der Patienten, deren postoperative Befunde vorlagen, wurde anläßlich der Nachuntersuchung ein Koronarangiogramm angefertigt. Die Patienten hatten im Durchschnitt 2,63 Venenumgehungen erhalten, von denen innerhalb des Zeitraums bis zur Nachuntersuchung 22.6 % (38 von 168) verschlossen waren. Die Rate offener Revaskularisationen (Patency rate) beträgt demnach 77.4 %.
Die Verteilung der Verschlüsse auf die einzelnen revaskularisierten Koronargefäße verhält sich wie folgt:

	Zahl der ACB	Zahl offener ACB	Patency rate (%)
RIVA	85	69	81.2 %
RCX	41	29	70.7 %
RCA	42	32	76.2 %

Dasam häufigsten mit einem Venentransplantat versorgte Gefäß, der Ramus interventrikularis anterior (RIVA), weist auch mit 81.2 % die höchste Durchgängigkeitsrate auf. Die höchste Verschlußrate zeigen Venenumgehungen zum Ramus circumflexus (RCX) (mit 29.3 %).
Bei 62 der nachangiographierten Patienten (mit 163 Transplantaten) lagen Angaben über den Zustand der angebrachten Venenstücke vor (zum Zeitpunkt der Operation).
Von 68 Venen mit unversehrter Intima wurden 12 in der Nachuntersuchung verschlossen vorgefunden (17.6 %), von den 95 Transplantaten mit Intimaschädigung (Intimahyperplasie oder -fibrose) waren es 26 (27.4 %).
Venen ohne Intimaläsion wiesen eine Patency rate von 82.4 % auf gegenüber einer Durchlässigkeitsrate von 72.6 % von Venen mit Läsion.
Bei 3 Patienten konnte anläßlich der Nachuntersuchung kein offener Bypass gefunden werden, das entspricht einer relativen Häufigkeit von 4.7 % bezogen auf 64 Patienten.
Neue Verschlüsse der ursprünglichen Koronargefäße entwickelten sich im Zeitraum bis zur Nachuntersuchung bei 9 Patienten (14.5 %), und zwar wurden 8 neue Verschlüsse an der rechten und nur 1 neue Stenose an der linken Kranzarterie gefunden.
Einen Vergleich der vor und nach dem Eingriff erhobenen Daten, aufgeschlüsselt nach der Anzahl offen gebliebener Venentransplantate (Differenz angebrachter minus verschlossener ACB), liefert Tabelle 11.

Tabelle 11: Prae- und postoperative Vergleiche, aufgeschlüsselt nach Zahl offener ACB (Differenz angebrachter minus verschlossener ACB)

Zahl offener ACB		0	1	2	3	4	5
Ergometrie:	praeop. bis 100 W	2	10	7	7	1	3
	praeop. über 100 W	-	2	5	1	-	-
	% über 100 W	-	16,7%	41,7%	12,5%	-	-
Ergometrie:	postop. bis 100 W	2	8	5	3	1	1
	postop. über 100 W	-	4	7	5	-	1
	% über 100 W	-	33,3%	58,3%	75%	-	33,3%
PAP :	praeop. normal	2	10	10	11	2	1
	patholog.	-	5	2	-	-	-
	% normal	100%	66.7%	83.3%	100%	100%	100%
PAP :	postop. normal	2	5	4	5	1	2
	patholog.	-	1	1	-	-	-
	% normal	100%	83.3%	80%	100%	100%	100%
LVEDP :	praeop. normal	2	4	7	5	1	1
	patholog.	-	11	7	6	1	2
	% normal	100%	26.7%	50%	45,5%	50%	33.3%
LVEDP :	postop. normal	3	6	10	4	2	-
	patholog.	-	8	6	5	-	2
	% normal	100%	42.9%	62.5%	44.4%	100%	-
EF :	praeop. normal	10	3	7	3	-	1
	patholog.	0	2	2	3	1	-
	% normal	100%	66.7%	77.8%	50%	-	100%
EF :	postop. normal	-	4	5	2	2	2
	patholog.	-	3	-	-	-	-
	% normal	-	51.7%	100%	100%	100%	100%
CI :	praeop. normal	-	1	2	3	1	-
	patholog.	1	1	2	-	-	-
	% normal	-	50%	50%	100%	100%	-
CI :	postop. normal	-	3	2	2	1	-
	patholog.	1	-	-	-	-	1
	% normal	-	100%	100%	100%	100%	-

Zunächst fällt in Tabelle 11 auf, daß prae- und postoperative Befunde von Patienten, die über keinen funktionsfähigen Bypass verfügen, sich voneinander nicht unterscheiden.
Bei der Ergometrie zeigen sich zunehmend Häufigkeiten von offen gebliebenen Venenumgehungen von 1 bis 3 bei denjenigen Patienten, die postoperativ über 100 W leisteten.
Auch bei den anderen Parametern ergibt sich eine überwiegend höhere Häufigkeit "normaler" Werte zugunsten der postoperativen Ergebnisse.

IV.3.f) Einfluß des Operationsergebnisses auf die soziale Stellung des Patienten

Während vor dem Eingriff 82.3 % der unter 60-Jährigen im Beruf standen (116 von 141), waren es nach der Operation nur noch 63.7 % (44 von 69).
Unter den Selbständigen waren die Quoten der Berufstätigen von 94.7 % praeoperativ (18 von 19) und 90.9 % (10 von 11) fast gleich groß, während die Vergleichszahlen von 80.3 % (98 von 122) prae- beziehungsweise 58.6 % (34 von 58) postoperativ bei Arbeitern und Angestellten auffallen.
Bei einem Vergleich der körperlichen Leistungsfähigkeit von nach der Operation Berenteten und Berufstätigen zeigt sich der folgende Unterschied:

	Rentner	Berufstätige
Ergometrieleistung bis 100 W	13 (69.4 %)	10 (35.7 %)
Ergometrieleistung über 100 W	6 (31.6 %)	18 (64.3 %)

Während also bei der Nachuntersuchung Patienten, die noch keine 60 Jahre alt waren, als Rentner nur zu knapp 32 % über 100 W leisteten, waren es bei den wieder Arbeitenden über 64 %.

V. DISKUSSION

Kardiovaskuläre Erkrankungen können nicht, wie zum Beispiel Infektionserkrankungen, auf nur ein bestimmtes auslösendes Agens zurückgeführt werden.

Bis zum zweiten und dritten Lebensjahrzehnt verläuft bei den Menschen der Alterungsprozeß der Gefäße mit gleicher Geschwindigkeit und in gleichem Ausmaß; ab dem dreißigsten Lebensjahr vollzieht sich die Entwicklung der Arteriosklerose jedoch sehr uneinheitlich. Sie wird begünstigt durch eine Reihe von Einflüssen, die als Risikofaktoren bezeichnet werden. Die Bedeutung der einzelnen Faktoren ist nicht klar definierbar, so daß bei Vorhandensein bestimmter Risikofaktoren die Gefahr, eine Koronare Herzerkrankung zu erleiden, besonders erhöht ist, andererseits das Ausschalten dieser Einflüsse das KHK-Risiko verringert (7).
Für Nikotinabusus und arterielle Hypertonie konnte der Beweis erbracht werden, daß die Erkrankungswahrscheinlichkeit ohne Hochdruck und Rauchen abnimmt (7). Natürlich wird die Einschätzung eines Risikofaktors auch durch das Wissen über ihn und die Genauigkeit vorhandener Meßmethoden beeinflußt (7).

Verschiedene Listen von Risikofaktoren wurden aufgestellt. Während Hollmann (8) eine klare Rangordnung veröffentlich (" 1. Erhöhte Blutfette, 2. Zigaretten-Konsum, 3. erhöhter Blutdruck, 4. Diabetes mellitus, 5. Hyperurikämie, 6. Übergewicht"), unterscheidet Humphreys (9) zwischen "Standard-Risikofaktoren", die signifikant mit dem Auftreten von KHK verknüpft seien:

(Alter, Serumcholesterinspiegel, Blutdruck, Zigarettenrauchen, Diabetes mellitus) sowie "wahrscheinlichen" und "möglichen".
Als Hauptrisikofaktoren erwähnt auch Dawber (10): Hypertonie, Hypercholesterinämie und das Rauchen.
Rösch (11) führt eine Punkteskala ein, in der für das Vorhandensein von familiärer Belastung, Nikotinkonsum, arterieller Hypertonie, Diabetes mellitus und Fettstoffwechselstörung je ein Punkt gegeben wird, und je höher die Gesamtpunktzahl des Patienten, desto ausgeprägter sei sein KHK-Risiko. Christians (12) schließlich gibt sogar Zahlen an, um wieviel sich die Wahrscheinlichkeit, an KHK zu erkranken, beim Vorliegen bestimmter Risikofaktoren vervielfacht.
Die größte Aussagekraft der Blutfette als Risikofaktor bei der Entstehung der KHK hat der Serumcholesterinwert; zum einen bestehen zwischen dem Cholesteringehalt im Blut und der Menge des in die Arterienwand eingelagerten Cholesterins enge Beziehungen, zum anderen kann man die Infarkthäufigkeit einer Bevölkerungsgruppe mit dem vorhandenen durchschnittlichen Cholesterinspiegel korrelieren, und besonders bedeutsam hierbei ist der Quotient aus den Anteilen der LDL - und HDL - Fraktion (7). Hollmann (8) berichtet von einer Studie, die allein durch das Senken des Cholesterinspiegels um 15 % eine signifikant niedrigere Reinfarkt-Rate erreichen konnte. Nach Dawber (10) besteht allerdings keine Beziehung zwischen den Cholesteringehalt des Blutes und der Reinfarkthäufigkeit.
Der Einfluß von Hypercholesterinämie, Adipositas und Diabetes mellitus auf die KHK wird von Kannel (19) gar verneint.
Die Bedeutung der HDL-Bestimmung wird von Assmann (21) hervorgehoben; ein hohes HDL-Cholesterin wird als Schutzfaktor gegen die KHK angesehen, und die im Vergleich zu Männern niedrigere Infarktrate von Frauen vor der Menopause wird auf einen hohen HDL-Anteil im Gesamtcholesterin zurückgeführt.

Hohe HDL-Spiegel hemmen die Aufnahme von Cholesterin in die Zellen der Gefäßwand und sind am Abtransport des Cholesterins aus der Zelle beteiligt (21).
Das erhöhte LDL vieler Infarktpatienten wird von Brewer und Mitarbeitern (20) teilweise auf einen Abbaudefekt des LDL (Mangel an saurer Cholinesterase) zurückgeführt.
Hollmann (8) stellt die Dominanz exogen alimentärer Ursachen für die Hypercholesterinämie heraus, allerdings sind seiner Meinung nach nur höchstens 50 % aller KHK-Erkrankungen durch die Faktorentrias Hypercholesterinämie, Hypertonie und Nikotinabusus zu erklären.
Während der Zusammenhang zwischen der KHK und dem erhöhten Cholesterinspiegel in der Literatur weitgehend gesichert ist, wird die Bedeutung der Hypertriglyceridämie weniger einheitlich beurteilt. Sie scheint für die KHK bei Frauen unter 50 Jahren bedeutungsvoll (7). Jedenfalls wird behauptet, erhöhte Triglyceridwerte könnten andere bestehende Risikofaktoren in ihrer Wirkung verstärken (22); nach Heyden haben sekundäre Hypertriglyceridämien (z.B. durch Adipositas, Alkoholabusus, schlecht eingestellten Diabetes mellitus, Verwendung oraler Kontrazeptiva oder Diurektika) keinen eigenen Stellenwert als Risikofaktor (22).
Barboriak (23) schließlich lehnt die Hypertriglyceridämie als generellen Risikofaktor ab und hält einen hohen Cholesterinspiegel bei jungen Frauen für einen Risikofaktor, ebenso erhöhte Triglyceridspiegel bei Älteren mit niedrigem Serumcholesterin.
Neben dem bekannten pathogenetischen Zusammenhang zwischen Nikotinabusus und dem Entstehen des Bronchialkarzinoms wurde auch für die KHK und das Rauchen (besonders das von Zigaretten) eine enge Beziehung herausgefunden. Diese Korrelation konnte aber bisher nicht endgültig durch pathophysiologische Untersuchungen gestützt werden.

Zwar steigert die Nikotininhalation im Akutversuch das Herz-Minuten-Volumen (und dadurch den Sauerstoffverbrauch des Myokards), aber im Langzeitversuch hätten Raucher eher niedrigere Pulsfrequenzen und diastolische Blutdruckwerte als Nichtraucher (7). Auch der durch das Rauchen erhöhte Spiegel an CO-Hämoglobin im Blut sowie die höhere Polyzythämie-Morbidität unter Rauchern können den Zusammenhang mit der KHK nicht beweisen (7).
Heyden (22) erklärt als Schädigungsmechanismus die akute Wirkung auf die passager verminderte Sauerstoffversorgung des Myokards durch Carboxy-Hämoglobin; die Bedeutung des Rauchens als Risikofaktor erklärt er durch Vergleiche zwischen Rauchern und Nichtrauchern, die gezeigt hätten, daß, sofern arterielle Hypertonie bestand, die Raucher trotz intensiver antihypertensiver Therapie eine nahezu doppelt so hohe Sterblichkeitsziffer aufwiesen als nichtrauchende Hypertoniker.
Neben den Komplikationen am Gehirn und an der Niere ist die Rückwirkung der arteriellen Hypertonie auf den Herzmuskel am wichtigsten. Koronarsklerotisch bedingte Durchblutungsstörungen des Myokards und Herzinsuffizienz stellen bei unbehandelten essentiellen Hypertonikern mit der Apoplexie die häufigste Todesursache dar (24). Systolischer und diastolischer Blutdruckwert sind für die Entstehung der KHK gleichermaßen bedeutsam. Die wichtige Rolle der arteriellen Hypertonie wird durch die Erkenntnis unterstrichen, daß in Verbindung mit anderen Risikofaktoren die Infarktgefahr des Hochdruckkranken über das Additive hinaus wächst (7). Nach Favaloro (25) erhöht die schwere Hypertonie das Operationsrisiko beträchtlich und ist daher als wichtigster Risikofaktor anzusehen bezüglich der Operationssterblichkeit.
Der Diabetes mellitus ist als eigenständige Krankheit eng mit der Arteriosklerose verknüpft.

Neben der häufigen Vergesellschaftung mit anderen Risikofaktoren wie arterieller Hypertonie und Hyperlipidämie begünstigen auch veränderte Zellmembranen, erhöhte Kapillarpermeabilität, geänderte Thrombozytenfunktion und andere Mechanismen die doppelt so hohe Herzinfarktrate bei Diabetikern gegenüber Nichtdiabetikern (Brownlee und Cahill, zitiert nach 7).

Der Zusammenhang zwischen Übergewicht und KHK liegt an der im Vergleich zu Normalgewichtigen in Ruhe und bei Belastung vermehrter Arbeit des Herzmuskels. Da bei Adipositas fast immer gleichzeitig eine Fettstoffwechselstörung und andere Risikofaktoren bestehen, wird Übergewichtigkeit allein nicht als eigenständiger Risikofaktor angesehen (26). Dasselbe gilt für die Hyperurikämie, deren Korrelation mit Adipositas bei gleichzeitiger Hypertonie und Behandlung mit Thiazid-Diuretika stärker ist als die Assoziation zwischen Hyperurikämie und ischämischer Herzerkrankung ohne gleichzeitige Adipositas, Hypertonie und Thiazid-Behandlung (26).
Die KHK-Patienten zeichnen sich neben dem oben gezeigten Spektrum an Risikofaktoren noch durch mehrere Merkmale aus, die von Weisswange als "unabänderliche Risikofaktoren" bezeichnet werden: Alter, Geschlecht und familiäre Belastung.
Obwohl unsere Patienten in der Mehrzahl das 50. Lebensjahr überschritten haben, kann das chronologische Alter als natürliches Datum nicht mit dem Begriff "Risikofaktor" bezeichnet werden -eher schon das biologische- ebensowenig stellt das Geschlecht einen "Risikofaktor" dar (7).
Barboriak (23) allerdings bezeichnet das hohe Lebensalter als einen Risikofaktor, der genauso wichtig sein könnte wie die Hyperlipidämie.

Immerhin wiesen 47 % unserer Patienten eine familiäre Belastung bezüglich kardiovaskulärer Erkrankungen auf. Aber alle diese drei letztgenannten Gesichtspunkte können nicht losgelöst voneinander gesehen werden, spielen doch hierbei Lebensumstände, Diätverhalten und Charakter, um nur einige zu nennen, eine Rolle (7).
Auch das durch Aggression, Konkurrenzverhalten und Eile gekennzeichnete und von Psychologen als risikoreiche Verhaltensweise vom Typ A benannte Individualitätsmerkmal wird als unabhängiger Risikofaktor in der Literatur unterschiedlich bewertet und deshalb nur kurz erwähnt.
Die in dieser Arbeit betrachtete Patientengruppe ähnelt in ihrer Verteilung von Risikofaktoren den Ergebnissen anderer Zentren. Wegen der für den Operationsjahrgang 1980 fast vollständigen Erfassung können die Ergebnisse als repräsentativ für KHK-Patienten gelten. Eine Bevorzugung bestimmter Risikofaktoren für den Schwergrad der Erkrankung, gemessen an der Zahl operationswürdiger Koronararterien, läßt sich für die meisten Parameter nicht ableiten. Allerdings fällt auf, daß Patienten mit Mehrgefäßerkrankung nicht nur in ihren Durchschnittsalter über der Gesamtpopulation liegen, sondern auch bedeutend häufiger einen Herzinfarkt erlitten haben. Das akute Auftreten der KHK trifft Patienten mit Ein- und Mehrgefäßerkrankungen gleich häufig, aber von den Patienten, bei denen mehrere Kranzarterien betroffen sind, sinkt der Anteil derjenigen, die erst seit 6 Wochen über Beschwerden klagen, mit steigendem Schweregrad; so sind von den Zweigefäßerkrankten nur etwa 16 % und von den Dreigefäßerkrankten nur 9 % im akuten Stadium. Immerhin 29 % der Patienten mit Eingefäßerkrankung leiden erst seit 6 Wochen an der KHK. Man kann daher bei der Mehrzahl der Patienten mit langjähriger Angina-pectoris-Symptomatik eine Mehrgefäßerkrankung annehmen.

Dieses Ergebnis deckt sich mit der bekannten Tatsache, daß die Arteriosklerose eine progredient verlaufende Erkrankung darstellt.
In der Literatur liegen zahlreiche Übersichten vor, die einen Beobachtungszeitraum von mehreren Jahren zur Berechnung ihrer Operationsergebnisse heranziehen und somit über ein großes Kollektiv berichten können. Danach sank die Frühmortalität der ACB-Operierten in den letzten Jahren ständig, und zusammenfassende Arbeiten über die KHK von Akins und Austen (27), Favaloro (25) sowie Roskamm und Schmuziger (28) teilen übereinstimmend ein Operationsrisiko von 1-2 % der ACB-Patienten mit.
Bei einer Frühsterblichkeit von ausschließlich ACB-Operierten von 1.6 % (drei Todesfällen von 184) und bei Patienten mit zusätzlichen kardiochirurgischen Maßnahmen (Klappenprothesen u.a.) von 5.3 % (drei Todesfälle von 57 Patienten) läßt sich aus dem betrachteten Patientengut natürlich keine repräsentative Statistik für einzelne Risikofaktoren erstellen.

Eine notfallmäßige Operation, wie sie bei zwanzig Patienten wegen drohenden Herzinfarktes erfolgte, ist bezüglich der Zahl betroffener Koronararterien ebenso verteilt wie die Gesamtpopulation.
Auf die Frühmortalität und Rethorakotomiehäufigkeit hat die Zahl operationswürdiger Kranzgefäße keinen Einfluß. Auch ein signifikanter Einfluß bestimmter Risikofaktoren auf die Frühsterblichkeit läßt sich nicht ableiten.
3,2 Venenumgehungen pro Patient der angesprochenen Gruppe (Gesamtpopulation: 2,7) konnten also das Operationsrisiko nicht vermindern; die Todesursachen sind ausnahmslos kardial bedingt.

Grundsätzlich kann man irgendeinen Einfluß von Risikofaktoren oder anderer Parameter auf das Operationsrisiko angesichts der niedrigen perioperativen Letalität doch verneinen.
Alderman (29) und Jones (18) sehen die Anzahl befallener Gefäße nicht als Einflußgröße auf die Operationssterblichkeit. Walker (30) sieht die Prognose von Mehrgefäßerkrankungen als etwas schlechter an als bei Eingefäßerkrankung. Auch Favoloro (25) sieht die Zahl der Koronargefäße als wichtig zur Beurteilung des Operationsrisikos an.
Eine erhöhte Operationsmortalität bei Patienten, die vor dem Eingriff nur wenig belastbar waren, fanden auch Reul (31) und Pelletier (32). Das deutliche Überwiegen kardialer Faktoren als Todesursache nach Aortokoronarer Bypass-Operation wird von Anderson (33) hervorgehoben.
Dittrich (34) teilt das Operationsrisiko ein in allgemeine Faktoren, chirurgische und myokardiale Faktoren.

Zu den allgemeinen Faktoren, die das Operationsrisiko erhöhen, zählt er besonders die arterielle Hypertonie, den Diabetes mellitus, starke Adipositas und ein Lebensalter über 65 Jahren.
Ebenso wie bei der Diskussion über die Rolle der Risikofaktoren bei der Entstehung der KHK zeigt sich in der Literatur, wie uneinheitlich diese Einflüsse bezüglich ihrer Auswirkungen auf das Operationsrisiko eingeschätzt werden (Hall, 35 , Campeau, 36, Jones, 18 und Proudfit, 37).
Intraoperativ überraschende und vor dem Eingriff nicht bekannte Befunde, die zu einer außergewöhnlichen Operationstechnik zwingen (wie zum Beispiel Endarterektomie oder die Unmöglichkeit einer vollständigen Revaskularisation) sowie die Notwendigkeit, zusätzliche Maßnahmen wie Aneurysmektomie oder Klappenersatz haben ebenfalls einen negativen Einfluß auf die Operationsprognose;

auch die durch chirurgische Fehler und ungenügende Myokardprotektion oder die Dauer der extrakorporalen Zirkulation bedingten Risiken dürfen nicht vernachlässigt werden (25, 34).
Der entscheidende Punkt, der den Erfolg des Eingriffs bestimmt, ist die kardiale Komponente des Operationsrisikos. Besonders das Ausmaß eines etwaigen Myokardschadens, die Funktion des linken Ventrikels und der Zustand der Koronargefäße (Zahl und Lokalisation der Stenosen) werden am häufigsten als Einflußgröße hinsichtlich der perioperativen Letalität genannt (Walker, 30, Rahimtoola, 38, Reul, 31, Favaloro, 25, Roskamm und Schmuziger, 28 u.a.).

Im Vergleich zu anderen Literaturangaben fällt die Leistungsverbesserung aller nachuntersuchten Patienten mit praeoperativ von 83.9 W zu einem postoperativen Durchschnittswert von 110.5 W, also einer Differenz von knapp 27 W, nicht sehr deutlich aus. Allerdings ist das Leistungsniveau vor und nach dem Eingriff deutlich höher als in anderen Statistiken angegeben. Roskamm (28) zum Beispiel gibt als Durchschnittswerte 40.3 W vor- und 89.0 W nachher an.

Dieses vor allem praeoperativ hohe Leistungsniveau des beschriebenen Patientengutes erklärt sich zum Teil dadurch, daß die Belastungsuntersuchungen der Patienten meist relativ lange vor dem Operationstermin durchgeführt werden und sich die Leistungsfähigkeit der Patienten zum Zeitpunkt des Eingriffs noch erheblich verschlechtert haben dürfte. So gehen in die Vergleiche auch Werte von 125 und 150 W mit ein, geleistet in praeoperativen Ergometrieuntersuchungen, während die betreffenden Patienten zum Zeitpunkt ihrer Aufnahme zur Operation in die Funktionsklasse IV nach N.Y.H.A. eingeordnet werden mußten.

Durch den Vergleich nur von Ergometrie-Werten von Patienten, deren beide, sowohl prae- als auch postoperative Ergebnisse vorlagen, ergibt sich ein ebenso großer Leistungszuwachs bei einem etwas höheren Leistungsvermögen, so daß sich durch die gewählten Gegenüberstellungen der Gesamtpopulation keine Veränderung des Ergebnisses herleiten läßt.
Die Nachuntersuchungsergebnisse sind bei denjenigen Patienten, die sich in ihrem Befinden nach dem Eingriff nicht gebessert fühlten, gegenüber den Vorbefunden deutlich von denen der Gesamtpopulation verschieden. Nicht nur die Durchgängigkeitsrate ihrer Venentransplantate war erheblich niedriger als es dem Gesamtdurchschnitt entspricht, sondern in ihrem Leistungsvermögen lagen diese Patienten vor der Operation erheblich über dem Mittel und nach dem Eingriff ebenso deutlich darunter.
Die verbesserte Belastbarkeit der Gesamtpopulation kommt außer der angesprochenen erhöhten Ergometrie-Toleranz auch in einer bemerkenswert verringerten Angina-pectoris-Frequenz zum Ausdruck.
Alle Vergleiche, die mittels der Messung von Druck- und Volumenparametern die Herzmuskelfunktion bestimmen, ergeben bessere Befunde in der Nachuntersuchung. Besonders deutlich sind die Verbesserungen bei Belastung (Einschwemmkatheteruntersuchung). Den größten Nutzen aus der Operation ziehen Patienten mit Mehrgefäßerkrankung und solche mit eingeschränkter linksventrikulärer Funktion. Die postoperativen Ergebnisse der Patienten mit kombinierten Operationen liegen fast auf demselben Niveau wie die der Patientengruppe mit alleiniger Revaskularisation. Da jedoch von ihnen praeoperativ viel schlechtere Funktionsparameter und niedrigere Ergometrieleistungen erbracht worden waren, fällt ihre Verbesserung, zum Beispiel beim Belastungs-EKG von bis zu 49 W, sehr deutlich aus

(Patienten mit nur ACB : knapp 24 W). Eine Ausnahme bilden lediglich diejenigen Patienten, bei denen eine Endarterektomie vorgenommen wurde; bekanntlich stellt aber auch die Indikation zur Thrombektomie eine Ultima ratio dar und läßt daher keine allzu großen Erwartungen zu.
Die Zahl offener Venenumgehungen (als Differenz der Zahl angebrachter minus verschlossener Implantate) kann insgesamt nicht linear mit postoperativ gebesserten Ergometrie-Leistungen und Werten der Druck- und Volumenparameter verknüpft werden in dem Sinne, daß eine große Anzahl offener Revaskularisationen ein besonders gutes Operationsergebnis garantiere. Allerdings lassen sich für die Patienten, deren Venenumgehungen allesamt verschlossen waren, bei der Nachuntersuchung keinerlei Resultatsverbesserungen im Vergleich zu den Vorbefunden zeigen. Bei der ACB-Operation kommt es also nicht auf die absolute Zahl angebrachter oder offener Implantate an, sondern darauf, bedrohte Myokardbezirke möglichst ausreichend mit Revaskularisationen zu versorgen. Die absolute Zahl durchgängiger Umgehungen stellt dazu kein geeignetes Merkmal dar. Es müßte vielmehr eine andere Definition eines Revaskularisationsgrades erstellt werden, die einerseits Vergleiche zuläßt, andererseits aber dem individuellen Zustand der Koronararterien gerecht wird.
Auf die soziale Bedeutung der Bypass-Operation kann man nicht eingehen, ohne auf die Arbeitsfähigkeit der Patienten, getrennt nach Art des Arbeitsverhältnisses (Arbeiter/Angestellte beziehungsweise Selbständige), hinzuweisen. Die Quote derjenigen, die zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wieder berufstätig sind, liegt bei den Arbeitern und Angestellten sehr viel niedriger als bei den Selbständigen (58.6 % bzw. 90.9 %).

Zwar stellt man für die wieder Berufstätigen im Belastungs-EKG eine deutliche Verbesserung an Leistungsfähigkeit fest, allerdings kann ein postoperativ gutes Ergebnis keineswegs eine hohe Quote an Berufsausübenden garantieren.

Andere Zentren (Bristow, 41 und Bussmann, 42,) haben nach Revaskularisationen in ähnlich unterschiedlicher Ausprägung Verbesserungen einzelner Funktionsparameter im prae-und postoperativen Vergleich festgestellt. Die Tatsache, daß sich vor allem bei Belastungsuntersuchungen der Erfolg der Operation zeigt, wird auch von Bussmann (42), Roskamm (43), Jehle (44) und anderen bestätigt. Bolooki (45) fand, ebenso wie aus den eigenen Ergebnissen abzuleiten ist, eine bevorzugte Verbesserung im prae- und postoperativen Vergleich bei Patienten mit schlechten Funktionsparametern vor dem Eingriff.

Als wichtigstes Untersuchungsverfahren zur direkten Darstellung des Operationserfolges, d.h. der Durchgängigkeit der Venenumgehungen, wird das Koronarangiogramm bewertet. Im Schrifttum wird allgemein eine Durchgängigkeitsrate der ACB von 70 bis 86 % innerhalb des ersten postoperativen Jahres angegeben (46), wobei der Ramus interventricularis anterior in der Regel die höchste, der Ramus circumflexus die niedrigste Rate offener Revaskularisationen aufweist (2).
Ein direkter Einfluß der Zahl offener Venenumgehungen auf die ermittelten Meßwerte kann nicht gefunden werden. Diesem Thema sind viele Aufsätze gewidmet, die aus verschiedenen Denkansätzen (Definitionen von Revaskularisationsgraden wie Roskamm und Schmuziger, 28 oder Stürzenhofenecker, 47) heraus den Effekt der Zahl angebrachter oder offen gebliebener Interponate untersuchen;

dieser Einfluß wird demnach in seiner Ausprägung auch unterschiedlich beurteilt. Als am günstigsten wird mehrheitlich eine Zahl von zwei bis vier Venenumgehungen pro Patient angesehen (Favaloro, 48 und Schmuziger, 49); die Indikation zur Operation von Patienten mit Eingefäßerkrankungen wird danach seltener gestellt.
Ein kausaler Zusammenhang zwischen dem Zustand der als Bypass verwendeten Venenstücke und der Frühverschlußrate der Implantate kann nach den vorliegenden Ergebnissen nicht hergeleitet werden. Als Ursache für die Verschlüsse innerhalb des ersten Jahres werden vor allem "technische Probleme" (50, 38) genannt, die zur Thrombosierung der Vene führen. Als solche technischen Probleme werden angeführt(50): Technik der Anastomose, intraoperative Schädigung der Vene und Venenqualität, wobei man mittels der Messung der Durchflußvolumina pro Zeit eine relativ gute Voraussage treffen kann, mit welcher Wahrscheinlichkeit das Venenstück sich verschließen wird.
Bleibt ein Bypass im ersten Jahr nach der Operation durchgängig, so wird er langfristig seinen Zweck erfüllen, weil die Interponate erfahrungsgemäß in den ersten Monaten nach Anbringung die größte Verschlußhäufigkeit zeigen (25); Ursachen für die Spätverschlüsse liegen im Fortschreiten der Arteriosklerose mit zunehmender Arterialisation des Venenstückes (25).
Als Hauptvariablen der Koronarchirurgie lassen sich nach Bristow (46) zusammenfassen:

- anatomisches Ausmaß der KHK
- Infarktanamnese,
- Effekt der ACB-Operation auf die vorhandene Zirkulation,

- Zahl angebrachter ACB und
- Durchlässigkeitsrate.

Aus dem bisher Gesagten geht hervor, daß die herausgearbeiteten Ergebnisse der KHK-Operation den Vergleich mit im internationalen Schrifttum veröffentlichten Zahlen gut bestehen.
Das gilt jedoch nicht für die sozialen Auswirkungen der Operation in unserem Staat. Während in den USA die Wahrscheinlichkeit der beruflichen Wiedereingliederung bis zu 86 % beträgt, erreicht man in der Bundesrepublik Deutschland die Zahlen nicht (51). Während Hacker eine Berufstätigkeitsquote (RTW-Quote) von zwischen 25 % und 56 % ausgibt (51), berichtet Benesch von einer Quote von 78 % bei Selbständigen, bei Angestellten und Arbeitern von 57 % bzw. 21 % (52) und stellt klar, daß der medizinische Status des Patienten auf die Berufstätigkeit nach der Operation keinen Einfluß hat. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen zwar eine höhere Wiedereingliederungsquote der Patienten in den Arbeitsprozeß als die genannten Autoren, lassen auch zusätzlich eine höhere postoperative Leistungsfähigkeit der Berufstätigen im Vergleich zu Rentnern erkennen, aber für die Tatsache, daß unter den Selbständigen die Rückkehr an den Arbeitsplatz mit über 90 % erfolgt, während Arbeiter und Angestellte nur zu knapp 60 % wieder eingegliedert werden, können medizinische Gründe nicht die Hauptursache sein. Blümchen (53) stellt deshalb auch Determinanten auf, die die Berufstätigkeit beeinflussen:

- Sozial- und Versicherungssystem,
- Motivation des Patienten zur Arbeitswiederaufnahme und
- Stellenmarktsituation.

Eine umfassende Kosten-Nutzen-Analyse der Aorto-koronaren Bypass-Operation ist bisher nicht erstellt worden.
Die Zahl der nach dem Eingriff ins Arbeitsleben zurückkehrenden Patienten ist gewiß zu gering. Allerdings sind es nicht ausschließlich medizinische Gründe, die im Einzelfall den Ausschlag dazu geben, vorzeitig die Berentung anzutreten. In einer Zeit, wo die Grenzen der Belastbarkeit für die Träger der Sozialversicherungen erreicht sind, müssen neue Wege gefunden werden, die Wiedereingliederung arbeitsfähiger Menschen in die Berufswelt zu ermöglichen. Rehabilitationsmaßnahmen erreichen dieses Ziel nicht (52).

Die Frage allerdings muß gestellt werden, ob eine Kosten-Nutzen-Analyse, die den finanziellen Wert dieser Revaskularisationsoperation darstellen soll, einen Sinn hat, wenn das vordringliche Ziel des Eingriffs darin besteht, das durch Sauerstoffmangel des Hezrmuskels bedrohte Leben des Patienten zu erhalten und dem Individuum nach der Operation durch Linderung der Angina-pectoris-Beschwerden und gesteigerte Leistungsfähigkeit eine verbesserte Lebensqualität zu ermöglichen.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Anhand des im Jahre 1980 in der Universitätsklinik Düsseldorf operierten Krankengutes wurde der Einfluß von Risikofaktoren, hämodynamischen Parametern und Koronaranatomie auf die subjektiven und objektiven Frühergebnisse der koronaren Revaskularisation herausgearbeitet. Gleichzeitig wurde der Einfluß der sozialen Stellung auf die Quote derjenigen Patienten dargestellt, die nach der Operation wieder an ihren Arbeitsplatz zurückkehren konnten.

Bezüglich der Anzahl von Risikofaktoren ergeben sich im Vergleich zu anderen herzchirurgischen Zentren keine wesentlichen Unterschiede unserer Patienten. Eine eindeutige Bevorzugung bestimmter Risikofaktoren bezüglich des Schweregrades der Erkrankung wurde nicht gefunden. Patienten mit Mehrgefäßerkrankung hatten nicht nur bedeutend häufiger einen Herzinfarkt erlitten, sondern lagen auch in ihrem Durchschnittsalter über dem der Gesamtpopulation. Besteht bei einem Patienten eine langjährige Angina-pectoris-Symptomatik, so kann man mit einiger Wahrscheinlichkeit eine Mehrgefäßerkrankung annehmen.

Weder bestimmte Risikofaktoren noch die Zahl operationswürdiger Koronararterien oder die Durchführung einer notfallmäßigen Operation erhöhen das Risiko des Eingriffs.

Als wesentlicher Parameter für den Erfolg der Operation wurde die myokardiale Funktion herausgestellt.

Anläßlich der Nachuntersuchung wurde bei den Patienten eine Leistungsverbesserung von durchschnittlich 27 W festgestellt. Patienten, die sich nach der Operation subjektiv nicht gebessert fühlten, wiesen nicht nur eine praeoperativ viel höhere Leistungsfähigkeit als die Gesamtpopulation auf, sondern konnten postoperativ nicht das Leistungsniveau des Gesamtdurchschnitts erreichen. Außerdem waren ihre Venenumgehungen von einer mit knapp 54 % erheblich niedrigeren Durchgängikeitsrate als der Durchschnitt (77,4 %) gekennzeichnet.

Patienten mit praeoperativ eingeschränkter linksventrikulärer Funktion ziehen im Vergleich mit Patienten, bei denen normale Funktionsparameter bestimmt wurden, einen größeren Nutzen aus der Operation (gemessen an der Zunahme der Leistungsfähigkeit).

Die Besserung des postoperativen Zustandes der Patienten kommt vor allem bei Belastungsuntersuchungen zum Ausdruck.

Bei einer Verschlußrate von durchschnittlich 22.6 % aller Venenumgehungen zeigt sich, daß Implantate zum RIVA die niedrigste (18.8 %), die zum RCX die höhste Verschlußrate (29.3 %) aufweisen.

Die absolute Zahl offener Revaskularisationen hat keinen linearen Einfluß auf die postoperativ ermittelten Meßwerte.

Wenn der Erfolg der Operation vornehmlich bei Belastung deutlich wird, müßte man eigentlich mit einer hohen RTW-Quote rechnen können. Allerdings sind es nicht ausschließlich medizinische Gründe, die die berufliche Wiedereingliederung bestimmen.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

1) Garrison, R.J., M. Feinleib, R.J. Havlik, R.R. Fabsitz
Epidemiologie der koronaren Herzkrankheit: Neue Gesichtspunkte.
in: Lipoproteine und Herzinfarkt Hrsg. von H. Greten, P.D. Lang, G. Schettler
Baden-Baden, Witzstrock (1979)

2) Barmeyer, J., H. Reindell
Koronare Herzerkrankung.
Baden-Baden, Witzstrock (1977)

3) Hort, W.
Kreislauforgane.
in: Lehrbuch der Allgemeinen Pathologie und der Pathologischen Anatomie Hrsg. von M. Eder und P. Gedigk, 30. Aufl.
Berlin, Springer (1977)

4) Roskamm, H.
Pathophysiologie der Coronarerkrankungen.
in: Herzkrankheiten. Hrsg. von H. Roskamm und H.Reindell, 2. Aufl.
Berlin, Springer (1982)

5) Emde, J. von der
Operationstechniken bei Koronarerkrankungen.
in: Allgemeine und spezielle Operationslehre. Hrsg. von H.G. Borst und W. Klinner Bd. 6.2
Berlin, Springer (1978)

6) Favaloro, R.G.
Saphenous Vein Autograft Replacement Of Severe Segmental Coronary Artery Occlusion.
The Annals Of Thoracic
Surgery 5: 334 (1968)

7) Weisswange, A.
Epidemiologie der coronaren Herzerkrankung
in: siehe 4)

8) Hollmann, M.
Von der Lipid-Hypothese zur multifaktoriellen Arteriosklerose-Prävention.
Med. Welt 33: 1775 (1982)

9) Humphries, J. O'Neal
Expected Course Of Patients With CAD.
in: Coronary Bypass Surgery. Hrsg. von S. Rahimtoola
Philadelphia, F.A. Davis (1977)

10) Dawber, T.R.
Erfahrungen aus der Framingham-Studie - 25 Jahre Framingham
Herz-Kreisl. 8: 615 (1976)

11) Rösch, J. und S. Rahimtoola
Progression Of Angiographically Determined Coronary Stenosis.
in: siehe 9)

12) Christian, P.
Risikofaktoren und Risikopersönlichkeit beim Herzinfarkt.
Verhandl. Dtsch. Ges. Kreislaufforschg. 32: 97 (1977)

13) Oldham, H.N., Y. Kong, A.G. Barthel, J.J. Morris, V.S. Behar, R.H.Peter, R.A.Rosati, W.G. Young, D.C. Sabiston
Risk Factors In Coronary Bypass Surgery.
Arch Surg 105: 918 (1972)

14) Mathur, V.S. und G.A. Guinn
Prospective Randomized Study Of The Surgical Therapy Of Stable Angina.
in: siehe 9)

15) Hall, R.J., D.A. Cooley, E. Garcia, V.S. Mathur, D.M. de Castro
Does Coronary Bypass Surgery Prolong Life Expectancy?
in: Coronary Heart Surgery. Hrsg. von H. Roskamm und M. Schmutziger
Berlin, Springer (1979)

16) Hacker, R.W., M. Torka, F.R.Golling, I. Reiss, H.J. Schmid, M. Stolte
Perioperative Myocardial Infarction In Coronary Artery Bypass Surgery.
Thorac. Cardiovasc. Surgeon 20:96 (1980)

17) Heining, H.L.
Der Einfluß präoperativer Parameter auf die Ergebnisse der aortocoronaren Bypass-Operation.
Inaugural-Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen (1979)

18) Jones, E.L., J.M. Craver, S.B. King, J.S. Douglas, D.K. Bone, C.R. Hatcher
Clinical, Anatomic And Functional Descriptors Influencing Morbidity, Survival And Adequacy Of Revascularization Following Coronary Bypass.
Ann. Surg. 192,3:390 (1980)

19) Kannel, W.B. und P. Sorlie
Utility Of Conventional Risk Factors In Evaluation Of Patients With Coronary Disease.
Clev. Clin. Quarterly 45: 1 (1978)

20) Brewer, H.B., E.J. Schaefer, L.A. Zech, J.C. Osborne
Lipoproteine: Struktur, Funktion und Stoffwechsel.
in: siehe 1)

21) Assmann, G.
Lipiddiagnostik heute.
in: siehe 1)

22) Heyden, S.
Präventive Kardiologie.
Mannheim, Boehringer Mannheim (1981)

23) Barboriak, J.J., A.A. Rimm, A.J. Anderson, F.E. Tristani, J.A. Walker, R.J. Flemma
Coronary Artery Occlusion And Blood Lipids.
Amer. Heart Journal 87: 716 (1974)

24) Schettler, G. (Hrsg.)
Innere Medizin.
Stuttgart, Thieme (1980)

25) Favaloro, R.G.
Direct Myocardial Revascularization: A Ten Year Journey.
Amer. J. Cardiol. 43: 109 (1979)

26) Wink, K.
Die Bedeutung der Risikofaktoren für die koronare Herzerkrankung.
in: siehe 2)

27) Akins, C.W. und W.G. Austen
Revascularization Of The Myocardium. Current Problems in Surgery 18.1
Chicago (1981)

28) Roskamm, H.
M. Schmuziger,
P. Stürzenhofenecker,
J. Petersen ,
L. Görnandt,
M. Reichelt,
K. Huesmann, P. Betz,
M. Spinder, K. Heidecker,
A. Weisswange,
Ch. Gohlke-Bärwolf,
H. Gohlke, L. Samek,
K. Schnellbacher,
P. Bubenheimer
Bestimmt die Vollständigkeit der Revaskularisation die funktionelle Verbesserung und die Überlebensdaten koronaroperierter Patienten? Ergebnisse von 1000 konsekutiv operierten Patienten.
Z. Kardiol. 70: 590 (1981)

29) Alderman , E.L.,
C.R. Brown,
G.R. Sanders,
E.B. Stinson
Survival Following Bypass Graft Surgery.
Clev. Clin. Quarterly 45: 157 (1978)

30) Walker, J.A.
Survival Following Myocardial Revascularization.
Clev. Clin. Quarterly 45: 169 (1978)

31) Reul, G.J.,
D.A. Cooley,
F.M. Sandiford,
E.R. Kyger, E.C. Wukasch,
G.L. Hallmann
Aortocoronary Artery Bypass
Arch. Surg. 111: 415 (1976)

32) Pelletier, C.,
Cossette, R.,
Dontigny, L.
Mercier, C., A. Page,
A. Verdant
Determinants Of Mortality Following Coronary Bypass Surgery.
Canadian Journal Of Surgery 23: 199 (1980)

33) Anderson, R.P.,
S.H. Rahimtoola,
L.I. Bonchek, A. Starr
The Prognosis Of Patients With Coronary Artery Disease After Coronary Bypass Operations.
Circ. 50: 274 (1974)

34) Dittrich, H.
Ergebnisse der Koronarchirurgie.
Deutsches Ärzteblatt 74: 643 (1977)

35) Hall, R.J.,
E. Garcia, V.S. Mathur,
U. Busch, D.A. Cooley,
K.A. Gold, A.G. Gray
Long - Term Follow - Up After Coronary Artery Bypass.
Clev. Clin. Quarterly 45: 162 (1978)

36) Campeau, L.
Survival Following Aortocoronary Bypass Graft Surgery.
Clev. Clin. Quarterly 45: 160 (1978)

37) Proudfit, W.L. — Minor Prognostic Associations. Clev. Clin. Quarterly 45: 141 (1978)

38) Rahimtoola, Sh. — Coronary Bypass Surgery - A Perspective. In: siehe 9)

39) Schlosser, V., G. Spillner, J. Barmeyer — Chirurgische Therapie der Koronarinsuffizienz. In: siehe 2)

40) Cohn, L.H., J.J. Collins — The Effect Of Coronary Bypass On Longevity - A Nonrandomozed Study. in: siehe 15)

41) Bristow, J.D., S. Rahimtoola — Effect Of Coronary Bypass Surgery On Left Ventricular Function. In: siehe 9)

42) Bussmann, W.D., V. Mayer, G. Kober, M. Kaltenbach — Regional Ventricular Function At Rest, During Leg Raising And Physical Exercise Before And After Aortocoronary Bypass Surgery. In: siehe 15)

43) Roskamm, H. — Prognose und Verlauf der coronaren Herzerkrankung. In: siehe 4)

44) Jehle, J., B. Lösse, P. Spiller, C. Wolter — Aussagekraft von Belastungsuntersuchungen zur Beurteilung des Therapieerfolges nach koronarer Revaskularisation. Z. Kardiol. 70: 364 (1981)

45) Bolooki, H., R.J. Thurer, A. Gahrammani, A. Vergas, W. Williams, G. Kaiser — Objective Assessment Of Late Results Of Aortocoronary Bypass Operation. Surgery 76: 925 (1974)

46) Kennely, B.M. — Indications For And Results Of Coronary Artery Bypass Surgery. S. Afr. med. J. 51: 876 (1977)

47) Stürzenhofenecker, P., H. Roskamm, K. Schnellbacher — Factors Influencing Improvement Of Hemodynamics During Exercise. In: siehe 15)

48) Favaloro, R.G.
Present Indications For Direct Myocardial Revascularization.
In: Recent Trends In Cardiovascular And Thoracic Surgery. Hrsg. von J.B. Borman
New York, Grune & Stratton (1975)

49) Schmuziger, M.
Herzchirurgie.
In: siehe 4)

50) Bourassa, M.G., L. Campeau, J. Lespérance
Effects Of Bypass Surgery On The Coronary Circulation: Incidence And Effects Of Vein Graft Occlusion.
In: siehe 9)

51) Hacker, R.W., M. Torka, J. von der Emde
Revaskularisation des Myokards durch aortokoronaren Bypass.
Deutsches Ärzteblatt, 79 47 S. 21 (1982)

52) Benesch, K., L. Neuhaus, J. Rivas-Martin
Clinical Results And Return To Work After Coronary Heart Surgery.
In: siehe 15)

53) Blümchen, G., E. Scharf-Bornhofen, D. Brandt, C. van den Bergh, G. Bierck
Clinical Results And Social Implications In Patients After Coronary Bypass Surgery.
In: siehe 15)

LEBENSLAUF

Am 13.IX.1953 wurde ich als dritter Sohn des Studiendirektors i.R. Willy Scholz und seiner Frau Gemahlin, der Lehrerin i.R. Brigitte Scholz, geb. Vester, in Dortmund-Hörde geboren.

Nach dem Besuch der Olpketalschule Dortmund-Kirchhörde von 1960 bis 1964 kam ich zum Max-Planck-Gymnasium Dortmund-Brünninghausen, an dem ich am 15. März 1972 das Abitur am neusprachlichen Zweig bestand. Anschließend studierte ich vom Wintersemester 1972/73 bis zum Wintersemester 1973/74 Physik an der Universität Dortmund. Im Sommersemester 1974 begann ich an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Chemie zu studieren, zuerst im Ausbildungszweig Diplom-Chemie, dann im Ausbildungszweig Lehramt, deshalb nahm ich im Wintersemester 1975/76 als Nebenfach das Studium der Biologie auf. Als im März 1976 das Hochschulrahmengesetz verkündet wurde, beendete ich angesichts der Regelung für "Parkstudenten" mein Studium in Bonn und exmatrikulierte mich.

Von April bis September 1976 arbeitete ich als Praktikant im Krankenhaus Bethanien Dortmund-Hörde, anschließend begann ich im Oktober 1976 eine Ausbildung als Krankenpflegeschüler, die ich im Frühjahr 1978 vorzeitig abbrach, da ich zum Sommersemester 1978 einen Studienplatz im Fach Humanmedizin an der Universität Düsseldorf zugeteilt bekam.
Drei Semester später legte ich dort mein Physikum ab, ein Jahr später den ersten, 1982 den zweiten und im November 1983 den dritten Teil der Ärztlichen Prüfung. Seit Oktober 1983 bin ich mit der Ärztin Rodi, geb. Foropoulos, verheiratet.

Dank gebührt allen, die mir bei der Erstellung dieser Arbeit ihre Hilfe zukommen ließen.

Herrn Professor Dr. med. R. Körfer danke ich im besonderen für die Überlassung des Themas dieser Arbeit und seine Bereitwilligkeit, mit der er mir mit wertvollen Anregungen und Ratschlägen zur Seite stand.

Für seine Hilfsbereitschaft danke ich Herrn Oberarzt Dr. med. K. Minami.